事件场景记忆的有限边界扩展——以飞行场景为例*

晏碧华　杨静怡　陆开朗

(陕西师范大学心理学院暨陕西省行为与认知神经科学重点实验室，西安 710062)

摘　要　人们对场景的记忆可能会产生错误，在场景边界处的记忆错误称为边界变换，表现为边界扩展和边界压缩。以往研究集中在日常生活场景，本研究采用快速系列视觉呈现范式并运用近角与球化处理技术对比了普通飞行场景和飞行事故场景的边界变换，考察了场景客体分布、场景视角、场景感知距离对边界变换的影响。结果显示：(1)飞行场景较易表现出边界扩展；(2)分散分布的普通飞行场景其边界扩展高于集中分布条件，俯视视角的普通飞行场景其边界扩展高于平视视角条件，场景客体分布特征和视角不影响飞行事故场景边界扩展；(3)减少感知距离可显著增加普通飞行场景的边界扩展，增加感知距离可显著减少飞行事故场景的边界扩展，使其表现出边界压缩。结论：飞机场景的视觉显著性特征使其场景记忆有较强边界扩展效应，事故场景由于其情绪显著性信息易引发焦点注意模式从而使其边界扩展具有有限性，结果说明了场景记忆的归一化特征和多源解释可依据场景主旨复杂性界定。

关键词　场景记忆，边界扩展，边界压缩，边界变换，飞行事故场景

分类号　B842

1 引言

视觉场景感知和记忆是人类适应环境的重要过程，但是人的感知和记忆在很多时候会被扭曲，边界扩展就是这样一种经典的场景记忆偏差。边界扩展(boundary extension)是指观察者所记住的场景比实际呈现的场景在边界处包含了更多内容。该现象最早由 Intraub 和 Richardson(1989)发现。记忆中场景边界的偏差是双向的，除了边界扩展现象，也存在边界压缩(boundary contraction, boundary restriction)，即记忆中的场景比实际看到的场景在边界处的内容产生缩减 (Bainbridge & Baker, 2020; Gandolfo et al., 2023; Park et al., 2024)。边界扩展和边界压缩统称为边界变换(boundary transformation)。

场景通常是大尺度、全局的表面或环境构成的连续空间布局，只有单个孤立物体不能称之为场景(Hubbard et al., 2010)。边界扩展是一种基于场景整体布局的预演加工，更多涉及到

收稿日期: 2024-07-30

通讯作者: 晏碧华, E-mail: yanbihua@snnu.edu.cn

空间表象而非客体表象(Munger & Multhaup, 2016)。场景边界变换虽然是一种记忆错误，却有很高的适应价值，可以帮助个体对有限视觉输入之外的信息进行连续性表征，整合场景视图(Chadwick et al., 2013; Mullally et al., 2012)。

1.1 场景深度、感知距离与边界扩展

感知距离和场景景深会影响边界变换水平(Hafri et al., 2022; Gandolfo et al., 2023)，减少感知距离会使边界扩展水平增加，增加感知距离则会使边界扩展水平减少。研究者通过多种技术来调节场景的感知距离，探讨不同感知距离下的边界变换。McDunn 等人(2016)设置了近角图片以及与其相比扩展 16%、28%和 40%的广角图片作为目标图片和探测图片，发现被试在从近到远(close-up to wide-angle, CW)的图片识别试次中，更广角的探测图片会产生更大的边界压缩；而在从远到近(wide-angle to close-up, WC)的试次中，更广角的探测图片则会产生更大的边界扩展。这是前后感知距离差异带来的场景记忆偏差。Lin 等人(2022)则运用了场景深度的高概率视图(high-probability views in depth)，发现深度更近的场景记忆表现出边界扩展。Hafri 等人(2022)通过采用移轴(tilt-shift)这一摄影效果选择性地减少感知距离，创造了假微缩(fake miniatures)场景，采用快速系列视觉呈现(rapid serial visual presentation, RSVP)范式发现移轴条件减小感知距离会导致更大的边界扩展。Gandolfo 等人(2023)通过调节相机光圈大小改变场景景深，发现景深越浅越易产生边界扩展。Park 等人(2024)运用虚拟现实场景发现边界扩展会随着距离变远逐渐减小，并在距离增加到一定程度时表现出边界压缩，其过渡点取决于观察者对环境最佳视图的判断。

本研究将采用添加极值边的方式来改变场景的感知距离。极值边(extremal edges)的添加可以有效改变个体对图形状态和边缘深度的感知(Ghose & Peterson, 2021)，可通过改变图形边界附近的背景纹理梯度、增加阴影或高亮等方式为图像添加极值边。球化处理技术可作为场景添加极值边的基本方法(Ghose & Palmer, 2010)，球化处理会导致场景图像由中心向边缘产生拉伸，越靠近边缘拉伸程度越大。Hale 等人(2015)和 Hafri 等人发现经过正球化处理的图像(类似鱼眼镜头)其边界扩展水平显著增大。本研究还将采用负球化技术进一步探索这种距离感知差异。球化处理可较好控制感知距离，正球化使场景纹理梯度由中心到边缘逐渐密集，减少了感知距离，负球化可以使场景纹理梯度由中心到边缘逐渐稀疏，增加了感知距离。

1.2 场景布局、注意与边界扩展

边界扩展不是由场景中客体完型而产生的(Gagnier et al., 2013)，而是基于整体场景分布与属性。场景布局(scene layout)会对边界扩展产生影响。Gagnier 等人(2011)发现左侧和右侧有利视点的边界扩展小于中间位置，Dickinson 和 Intraub(2009)发现左侧空间的扩展程度小

于右侧，空间注意的左右不对称性也会影响边界扩展(Intraub et al., 2006)，研究者认为空间焦点注意力在分布上的微妙左偏增强了被试对左侧空间的记忆，从而减小了左侧空间的边界扩展。

在选择性注意上，Intraub 等人(2008)发现，使用视觉搜索任务分散被试注意时，边界扩展会显著增加，此外，双任务范式中被试的任务负荷增大，也可能导致边界扩展提高。Gaudouin 等人(2023)采用心理不应期范式研究刺激间隔时间对边界扩展的影响，发现在较短间隔条件下，边界扩展会消失，分散注意可能在早期干扰了场景构建。Hall 和 Geng (2024)则发现场景中特定对象的选择性注意将导致显著的边界压缩。可见，场景空间或其客体需要的注意资源越多，越有可能表现出边界压缩而不是边界扩展。本研究将对飞行场景进行分类，一般飞行场景与事故场景的注意特征差异可能会引起场景记忆边界扩展差异，此外，飞行场景除了水平面的左中右视角变化，还涉及三维空间中垂直轴方向上的视角变化，这为自然场景空间布局的分类考察也提供了依据。

1.3 场景主旨、情绪与边界扩展

边界扩展具有普遍性，研究者们探索了不同主题场景的边界扩展。在无意义场景中，比如在随机点背景和单色抽象图像的场景(Hale et al., 2015; McDunn et al., 2014)、直线型、椭圆形或不规则的视图(Daniels & Intraub, 2006)均存在边界扩展。场景的意义属性会影响边界扩展水平，包括场景中的客体意义(Furtak et al., 2022)与场景整体语境信息 (Spaak et al., 2022；Aldegheri et al., 2023)，比如，基于特定客体记忆与整体情景记忆均可引发边界扩展(van den Bos et al., 2020)。在观看场景时，人们可以在短时间内快速提取场景主旨(scene gist)，并对场景进行分类(Oliva & Torralba, 2006)，同时激活场景背景知识，这些知识产生于对周围环境的期望。

场景的情绪表征会对观察者的场景感知和记忆产生影响，不过研究结果存在不一致。Candel 等人(2004)和 Beighley 等人(2019)都发现边界变换不受材料情绪表征的影响，也有研究采用情绪视频材料发现积极和消极条件均表现出边界扩展，且积极效价条件扩展程度更高(Ménétrier et al., 2013)。Patel 等人(2023)采用中等唤醒水平的积极或消极物体和面孔图片，发现所有条件下的图片材料都发生了边界扩展。这些研究结果存在不一致可能是由于研究者所采用材料的情绪效价和唤醒水平不同，或者采用了面孔与物体图片而非场景图片。高唤醒条件下通常会出现边界压缩，即使这种唤醒来自非视觉通道，如噪音高唤醒也会引发场景记忆出现边界压缩(Green et al., 2019)。在高唤醒的创伤场景中，Safer 等人(1998)采用四项迫选任务发现，与中性图片相比，创伤图片产生了边界压缩，Safer 等人认为创伤事件所引起的

负面情绪和唤醒度提高可能会使个体的注意力缩小到那些使情绪唤醒的关键细节上，这种现象也称为隧道记忆(tunnel memory)。不过，Safer 等人的创伤图片是基于人类受伤的场景主旨。

场景主旨由场景背景和场景客体属性共同决定，这是场景-客体的并行加工，场景语境信息还有助于客体动态变化方向的预测(Aldegheri et al., 2023)，现有研究还缺少同一主旨下客体形态演化研究。图像视觉显著(graph-based visual salience, GBVS)旨在识别图像中最显著区域，可以基于此生成物理显著图或结合人眼注视模式生成更复杂的物理显著模型(Kümmerer & Bethge, 2023)，不过也有研究认为意义图(meaning map)与人类注视模式的相关性比视觉显著性高(Henderson & Hayes, 2017)。在相对水平上，本研究从物理显著性与情绪显著性对普通飞行场景和飞行事故场景进行了划分，物理显著性识别基本场景主旨即飞行场景，情绪显著性识别事件，即飞行事故场景是具有情绪显著性的事件场景。

1.4 边界变换的理论解释

记忆图式理论(memory schema theory)或归一化理论(normalization theory)认为，根据构建记忆的观点(Bartlett, 1932)，人们对图像的记忆可能被归一化为某种空间场景图式(Intraub et al., 1992)。即，观察者记忆中存在场景的标准或原型视图，当呈现的图片偏离了标准或原型视图，观察者的记忆就会向视图原型扭曲。因此，边界扩展是一种场景视图的构建记忆错误。

知觉图式理论(perceptual schema theory)也被称为预测处理理论(predictive process theory)(Gandolfo et al., 2023)，认为场景会自动激活即时视图之外的可能预测信息，自发引起对周围环境的预演，使人眼观看场景过程中的离散视图得到预测表征的补充。这种预演信息被纳入记忆中，虽然扭曲了对场景的记忆，但可以为行动规划和视图集成提供自适应价值(Intraub, 2002)。

场景感知的多源模型(multisource model of scene perception)认为场景记忆由感官信息和自上而下的场景推断图式组成，观察者通过结合有限的视觉输入与场景的完型和期望创建一个模拟场景，当观察者无法区分实际感官信息和其它来源的信息，就会产生源监测误差(Intraub, 2012)。Bainbridge 和 Baker(2020)认为，只有边界扩展是基于期望的，边界压缩不应发生在多源记忆框架内。

三个理论中，记忆图式理论强调了图像图式的建构，知觉图式则偏重知觉过程预演，多源模型则兼顾视觉信息与推断信息。

1.5 关于本研究

本研究将关注飞行场景的边界变换。以往研究是基于日常生活场景，与日常生活场景不同，飞行场景在巨大客体表征、空间布局、空中视角、场景视角变化、非常规景深、特殊背景等视觉显著性方面具有特殊性。同时，飞行场景的演变形态——事故场景的记忆研究对飞行事故分析有着较为重要的意义。例如，事故目击者有关视觉场景记忆的细节可能会被遗漏或扭曲，从而影响目击者的记忆报告。因此，考察飞行事故场景边界变换情况，有助于推进事故调查过程中视觉场景成像的改进。本研究关于普通飞行场景与飞行事故场景的基本假设是，由于庞大飞机的客体属性，飞行场景记忆较易引发边界预演，从而引起边界扩展，而飞行事故场景由于其事件特性使其边界扩展程度受到削弱。

本研究实验 1 和实验 2 是基于自然场景分类。对飞行场景来说，飞机就是场景中的主客体，实验 1 考察不同飞机客体分布(集中和分散)条件下的飞行场景记忆的边界变换，根据分散注意及基于客体选择注意会影响边界变换水平(Hall & Geng, 2024)，实验 1 假设客体分散场景的边界扩展更大。

其次，由于飞行空间场景的多样性，视角的变换可能会影响客体的形变与场景整体结构特征，实验 2 拟考察平视、俯视两种视角条件下普通飞行场景和飞行事故场景的边界变换水平。由于俯视视角场景的纹理梯度变化较小不能提供深度信息，且俯视视角的飞机在视野中更具完型性，实验 2 假设俯视视角的边界扩展可能更大。

再次，由于飞行场景所处环境的多样性(地面与空中)，不同位置的变化与视野的变化容易产生光学像差而造成飞行场景图片失真，而这正好提供了独特的思路。Hale 等人(2015)和 Hafri 等人(2022)考察了图片正向球化对边界扩展的影响，且研究结果存在不一致。Hale 等人通过添加阴影的方法为场景添加极值边，发现会减小边界扩展；而 Hafri 等人则采用了鱼眼镜头成像效果对图像进行处理，发现球化处理会增加边界扩展。这可能是由于 Hale 等人采用的阴影处理方法遮挡了图像边缘使其边界扩展减小，且阴影处理技术并不能产生负球化效果；Hafri 等人的鱼眼处理技术也是单纯正球化处理。而三维飞行空间场景有着多样化的景深与距离表征，需要探索远近距离的感知对飞行场景边界扩展的影响，因此，实验 3 拟采用改变边缘纹理的球化技术同时考察正向和负向球化处理对普通飞行场景和飞行事故场景边界扩展的影响，由于正向球化可减少感知距离，因此假设其可能会增加边界扩展；而负向球化则反之。

最后，在上述三个实验中，本研究将综合关注普通飞行场景与飞行事故场景记忆的边界扩展差异。两类场景存在较大的主旨信息差异(物理显著性 VS 情绪显著性)，事故场景由于其负性情绪效价与高唤醒度可能具有更强的焦点注意模式。

此外，在方法上，以往研究大多是基于相机距离范式(Beighley et al., 2019; Ménétrier et al., 2013; Patel et al., 2023)、迫选范式(Green et al., 2019)、绘画任务(Candel et al., 2004)、图片集再认任务(Takarangi et al., 2016)，这些任务图片呈现时间较长(1s 到 15s 不等)，或保留间隔时间较长。本研究将采用 RSVP 快速呈现范式，该范式有益说明场景记忆偏差发生的普遍性，也利于说明即使快速检测的边界变换既可基于场景视觉记忆特征也与视觉经验关联。

2 预实验 实验材料的收集与评估

2.1 目的

收集制作正式实验中所需要的图片材料，并招募被试对图片材料的情绪效价和唤醒度进行评分，确定事故与非事故场景类别的基本差异。

2.2 方法

2.2.1 被试

本研究所有被试均为陕西省某高校非心理学专业大学生，视力或矫正视力正常。预实验招募 48 名大学生对图片进行评分，其中男生 10 名，女生 38 名，平均年龄 20.2 岁（*SD* = 2.13）。

2.2.2 实验设备与材料

图片评分任务在电脑上完成。电脑屏幕大小为 16 英寸，分辨率为 2560×1600 像素，刷新率为 120 赫兹。图片材料来自 Google Open Image database 图片素材库以及网络上收集到的普通飞行场景和飞行事故场景图片各 118 张，其中两个及以上客体图片 40 张，单客体图片 78 张，两种类型的图片共 236 张。在收集过程中注意平衡了观察视角。所有图片都被调整为 750×500 像素。

2.2.3 实验程序

为避免图片评分过程中的疲劳效应和数值固化，将图片分为四组，其中前三组分别包含 32 张普通飞行场景和飞行事故场景图片；第四组分别包含 22 张飞行场景和飞行事故场景图片；每组图片各有 12 人进行评分，图片呈现顺序随机化处理。

评分方式参照国际情感图片库(International Affective Picture System, IAPS)的评分过程(Lang et al., 2005)，被试需要对图片的效价和唤醒进行九点评分，如图 1。每张图片的评定过程为：中心注视点呈现 1s，图片呈现 6s，之后被试根据图中人偶的情绪状态评价自己观看图片时的情绪状态，通过数字键评分。先评价图片情绪效价，从非常愉快(1)，到非常难过(9)；

随后评价唤醒程度，从非常激动(1)，到非常平静(9)。不限制被试的评价时间。

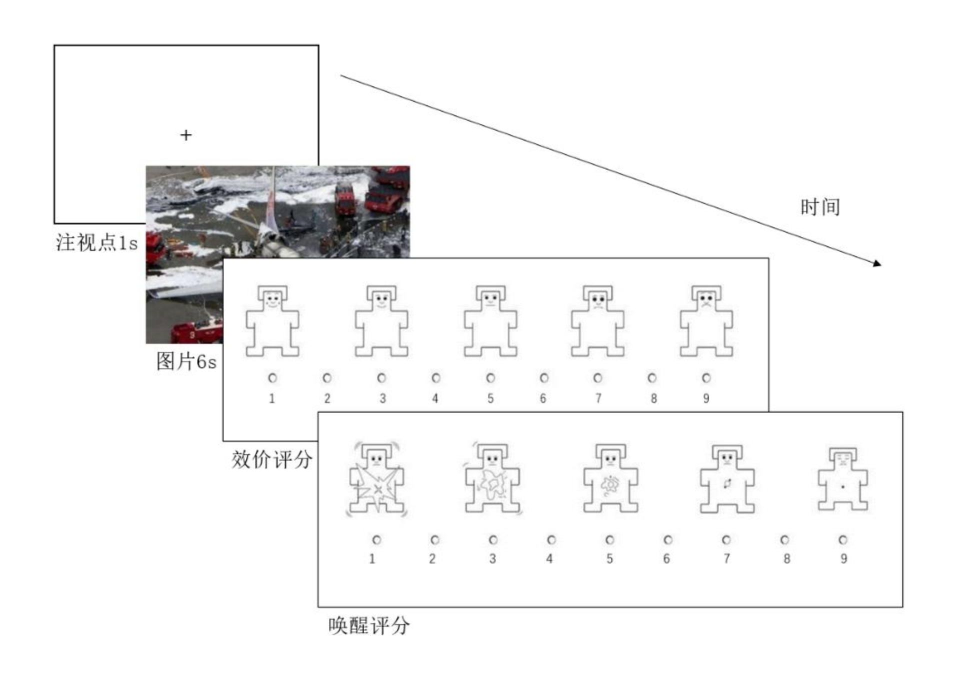


图 1　飞行场景图片情绪评分任务

2.3　结果

效价分值越高表示情绪负性程度越高，唤醒分值越低表示唤醒程度越高。飞行事故场景(M = 7.65，SD = 1.12)比普通飞行场景(M = 3.99，SD = 1.27)负性情绪程度更高，t(47) = 13.30，p < 0.001，Cohen's d = 3.04，飞行事故场景(M = 3.83，SD = 1.69)也比普通飞行场景(M = 5.73，SD = 1.43)唤醒水平更高，t(47) = −7.14，p < 0.001，Cohen's d = 1.21。

3　实验 1　客体分布特征对飞行场景记忆边界变换的影响

3.1　目的

考察场景中客体分布特征对事故与非事故场景记忆的边界变换的影响差异。这里的客体分布特征是指客体分布的集中和分散程度。

3.2　方法

3.2.1　被试

采用 G*power 3.1.9.7 计算被试量，并参考运用类似实验范式和实验设计的 Gandolfo 等人(2023)的效应量(Cohen's d = 0.66)，在配对样本比较的基础上，需要 32 名被试即可达到 0.95 的统计检验力(双尾, α = 0.05)。本实验招募了大学生 36 名(女性 28 名)，年龄在 18～28 岁之

间，平均年龄 $M = 20.3$，$SD = 2.72$ 岁，未参加过预实验。

3.2.2　实验设备与实验材料

实验材料和数据均在电脑上呈现收集，电脑参数同预实验。不限制被试的头部和眼部运动，被试距屏幕约 50～60 厘米，被试可根据自身舒适度调整距离。

集中和分散编码图片

由于前人研究没有涉及场景中客体集中和分散分布对边界扩展的影响，且本研究图片全部为自然场景图片，因此本实验中客体集中和分散分布图片分类主要基于被试的主观评分。具体方法如下：首先由实验者在 236 张图片中挑选客体分布位置不同的 128 张图片，普通场景和事故场景各 64 张。随后，招募 30 名被试对 128 张图片的客体位置分布的集中和分散程度进行 5 点评分，该组被试仅完成此评分任务，1 为非常集中，5 为非常分散，评分过程图片呈现顺序随机化处理。结合评分结果，将图像分为集中分布和分散分布两类，两类图像的分布差异显著，集中图像的 $M = 2.44$，$SD = 0.69$，分散图像的 $M = 3.32$，$SD = 0.67$，$t(29) = 4.59$，$p < 0.001$，Cohen's $d = 1.29$。

集中分布普通场景大多为飞行表演、空中加油、飞机在机场集中停放的状态，分散分布场景多为飞机在跑道起飞、降落时的状态，飞机间隔距离较远；集中分布事故场景有相撞或事故场景中有其它飞机，分散分布事故场景主要有飞机解体或场景中其它客体较远，如图 2。


集中分布的普通飞行场景


分散分布的普通飞行场景


集中分布飞行事故场景


分散分布飞行事故场景

图 2　各分布条件下的飞行场景示例

掩蔽图

掩蔽图采用 MATLAB R2023b 制作。首先将所有图像分割为 25×25 的图像块，再将所有图片分割得到的图像块汇总到一个集合中，从集合中随机抽取图像块重新组成 10 个不同的掩蔽图像，掩蔽图像大小与飞行场景图片相同(750×500 像素)。

3.2.3 实验程序与实验设计

采用 RSVP 范式。在每个试次中，首先屏幕中心出现“+”350ms，随后呈现目标图片 250ms，之后是一个 250ms 的动态掩蔽，动态掩蔽由 5 张掩蔽图组成(从 10 张掩蔽图中随机抽取 5 张)，每张掩蔽图呈现 50ms，接着再次呈现“+”350ms，之后呈现探测图片，被试需要判断探测图片与目标图片相比更远(缩小了)还是更近(放大了)，按键“V”或“M”进行反馈，按键在被试间得以平衡。探测图片会一直呈现在屏幕上，直到被试做出判断。按键完成后立即收集被试对该次判断的反应信心评级，评级从 0(不确定)～9(确定)，单次实验程序如图 3。

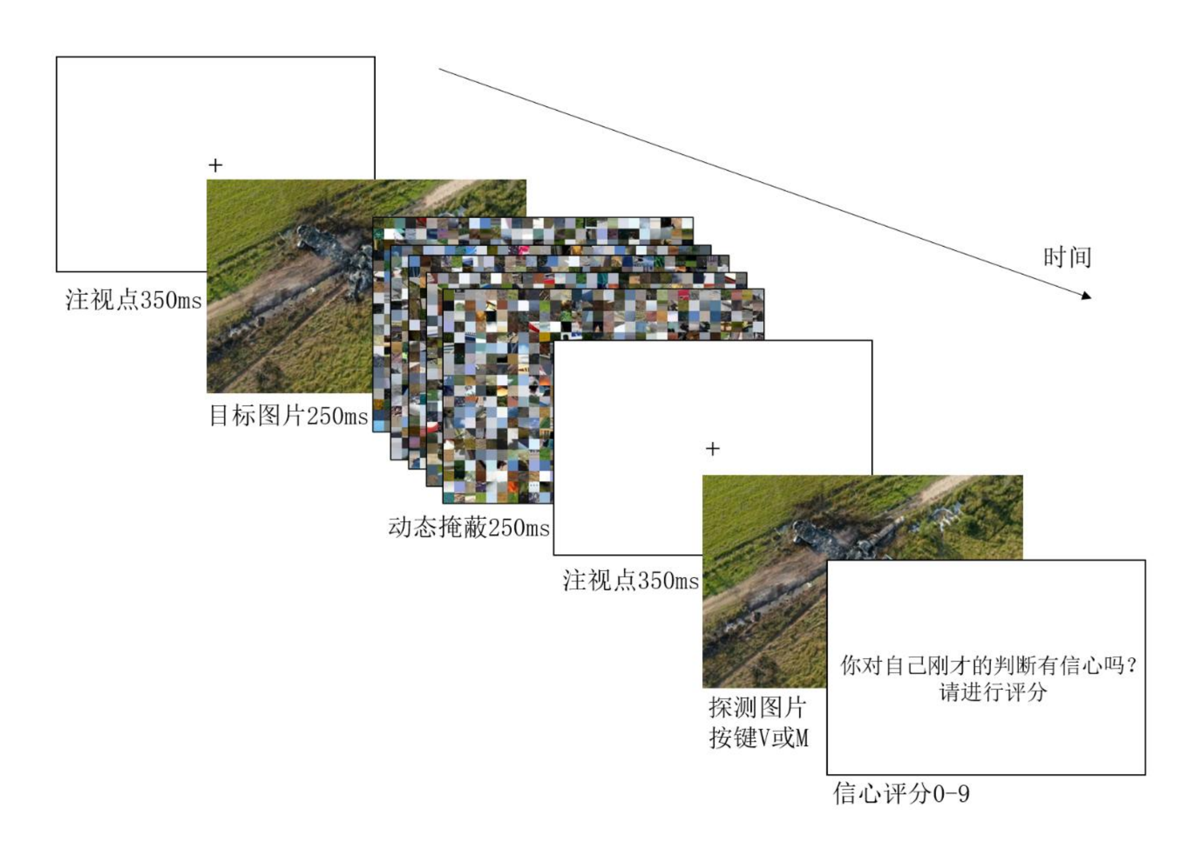


图 3　实验 1 飞行场景记忆任务单一试次流程图

采用 2(分布特征：集中、分散)×2(飞行场景：普通、事故)被试内实验设计。正式实验之前练习 6 个试次，练习中的图片不在正式实验中出现，练习中探测图片相比于目标图片会产生明显的缩放，且对被试的判断给予反馈，被试可以重复练习直到了解实验目的。正式实

验有 4 个 block，即两类场景的两种分布特征，每个 block 有 32 个试次，所有 block 中同一场景图片只出现一次，block 的呈现顺序采用拉丁方平衡。因此，正式实验包含 128 个试次，被试每完成一个 block 中间休息 1 分钟。

参照 Hafri 等人(2022)的方法，本实验中的目标图片与探测图片是相同的图片。如果目标图片没有发生边界变换，被试响应更近或更远的水平应该是一样的。如果被试更频繁地认为探测图像相比于目标图像更近，则记忆中的图片包含了更多边界处的内容，即发生了边界扩展；反之，则发生了边界压缩。

3.3　结果与分析

将更近的按键反应编码为 1，更远的按键反应编码为−1，反应值为正表明发生边界扩展，反应值为负表明发生边界压缩。排除了反应时低于 200ms 的 32 个试次(占总试次的 0.69%)，不同场景和分布条件下的边界变换水平如图 4 所示，所有条件下都表现出边界扩展。

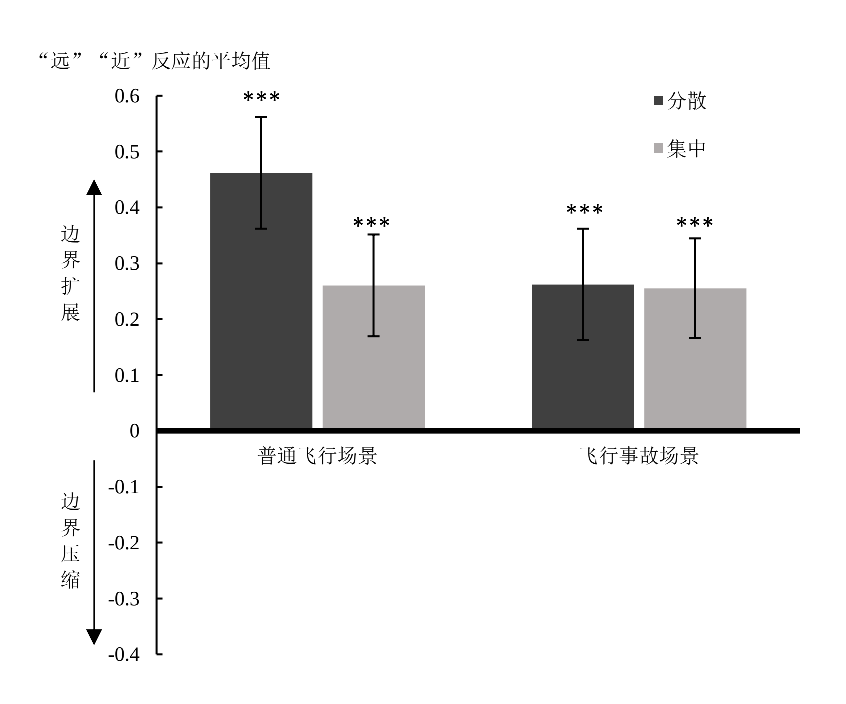


图 4　不同场景和分布条件下的边界扩展水平

重复测量方差分析发现，场景的主效应显著，$F(1, 35) = 5.25$，$p = 0.028$，$\eta_p^2 = 0.13$，普通场景($M = 0.36$, $SD = 0.29$)的边界扩展大于事故场景($M = 0.26$, $SD = 0.3$)；客体分布的主效应显著，$F(1, 35) = 6.84$，$p = 0.013$，$\eta_p^2 = 0.16$，分散分布($M = 0.36$, $SD = 0.26$)的边界扩展大于集中分布($M = 0.26$, $SD = 0.31$)。场景和客体分布的交互作用显著，$F(1, 35) = 6.13$，$p = 0.018$，

$\eta_p^2 = 0.15$，简单效应分析显示，普通场景条件下，分散分布的边界扩展水平大于集中分布，$t(35) = 3.25$，$p = 0.003$，Cohen's $d = 0.54$，事故场景条件下，分散分布和集中分布的边界扩展没有差异，$t(35) = 0.14$，$p = 0.881$。

被试在四种条件下的信心评级分别为：分散分布普通场景，$M = 6.15$，$SD = 1.33$，集中分布普通场景，$M = 5.52$，$SD = 2.08$，分散分布的事故场景，$M = 5.59$，$SD = 2.3$，集中分布的事故场景，$M = 5.54$，$SD = 2.05$。信心评级的重复测量方差分析发现，客体分布的主效应显著，$F(1, 35) = 11.18$，$p = 0.002$，$\eta_p^2 = 0.24$，分散分布($M = 5.87, SD = 1.70$)的信心评级大于集中分布($M = 5.53, SD = 2.00$), 场景的主效应不显著，$F(1, 35) = 3.00$，$p = 0.092$，两因素的交互作用不显著，$F(1, 35) = 3.63$，$p = 0.065$。

3.4 讨论

本实验所有条件下的飞行场景记忆都表现出了边界扩展，可见，以飞机作为中央客体的场景主要产生的是边界扩展。在普通飞行场景中，分散分布场景的边界扩展显著高于集中分布场景，而飞机分布特征没有影响飞行事故场景的边界扩展，另外，信心评级结果也显示，分散分布的普通飞行场景评级最高，与边界扩展的判断结果趋于一致。

4 实验 2 视角对飞行场景记忆边界变换的影响

4.1 目的

考察不同视角下普通飞行场景和飞行事故场景记忆的边界变换差异。

4.2 方法

4.2.1 被试

招募大学生 37 名(女性 31 名)，年龄在 19～24 岁之间，平均年龄 $M = 20.8$，$SD = 2.27$，未参加本研究预实验和其他实验。

4.2.2 实验设备与实验材料

实验设备与材料获得方式与实验 1 类似，共有 128 张俯视视角和平视视角图片，俯视视角事故场景、俯视视角非事故场景、平视视角事故场景、平视视角非事故场景图片各 32 张，如图 5。俯视图片的视角与水平视角的夹角约在 45°到 90°之间，平视图片与水平视角的

夹角在−10°到 10°之间。在客体数量控制上，为避免分布特征带来的影响，本实验均是单一飞机客体场景。



俯视飞行事故场景　　平视飞行事故场景

图 5　各视角条件下的飞行场景示例

4.2.3　实验程序与实验设计

采用了 2(视角：俯视、平视) × 2(飞行场景：普通、事故)被试内实验设计。实验程序与实验 1 类似，练习 6 个试次，练习中的图片不会在正式实验中出现，正式实验 4 个 block，呈现顺序采用拉丁方平衡，所有 block 中同一场景图片只出现一次，每个 block 有 32 个试次，正式实验包含 128 个试次。被试每完成一个 block 休息 1 分钟。

4.3　结果与分析

排除了反应时低于 200ms 的 44 个试次(占总试次的 0.93%)，不同场景和视角条件下的边界变换水平如图 6 所示，所有条件下都表现出边界扩展。

重复测量方差分析发现，场景的主效应不显著，$F(1, 36) = 3.51$，$p = 0.070$，视角的主效应显著，$F(1, 36) = 7.00$，$p = 0.012$，$\eta_p^2 = 0.16$，俯视场景($M = 0.34, SD = 0.19$)的边界扩展大于平视场景($M = 0.25, SD = 0.25$)。场景与视角的交互作用显著，$F(1, 36) = 9.95$，$p = 0.003$，$\eta_p^2 = 0.22$。简单效应分析表明，在普通飞行场景中，俯视视角的边界扩展程度高于平视视角，$t(36) = 4.45$，$p < 0.001$，Cohen’s $d = 0.73$，在事故场景中，俯视视角和平视视角的差异不显

著，$t(36) = 0.89$，$p = 0.381$。

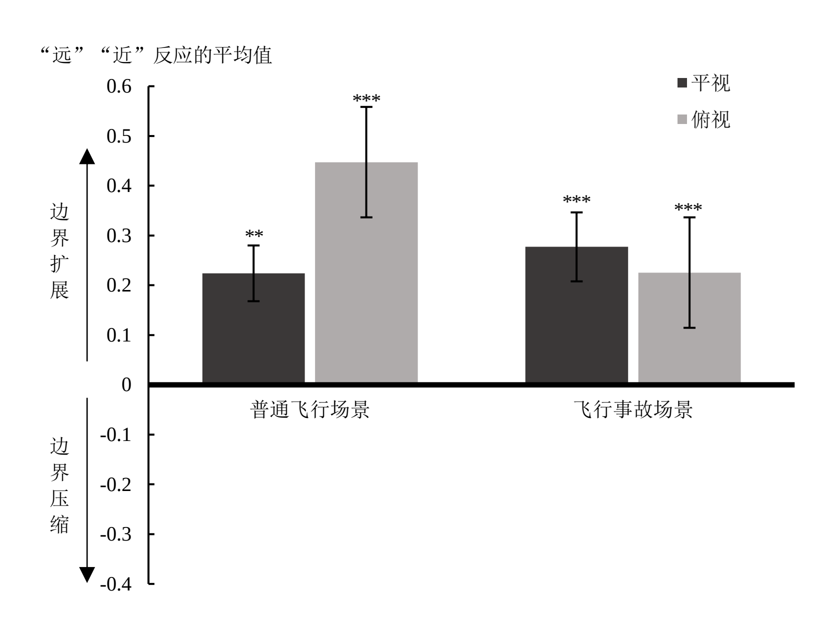


图 6　不同场景和视角条件下的边界扩展水平

被试在四种条件下的信心评级分别为：平视普通场景，$M = 5.69$，$SD = 1.56$，俯视普通场景，$M = 5.40$，$SD = 1.92$，平视事故场景，$M = 5.44$，$SD = 2.00$，俯视事故场景，$M = 5.57$，$SD = 2.02$。重复测量方差分析发现，场景主效应不显著，$F(1, 36) = 0.07$，$p = 0.797$，视角的主效应不显著，$F(1, 36) = 0.47$，$p = 0.497$，二者的交互作用也不显著，$F(1, 36) = 1.48$，$p = 0.231$，显示不同视角下飞行场景的信心评级无差异。

4.4　讨论

本实验同样发现所有飞行场景记忆都表现出了边界扩展，且俯视视角普通场景的边界扩展大于平视视角条件，但不同视角事故场景的边界扩展无差异。

5　实验 3　感知距离对飞行场景记忆边界变换的影响

5.1　目的

对复杂多样的飞行场景除了需要考察场景的客体分布特征和视角特征对场景边界变换的影响，还有必要考察场景感知距离与景深对边界变换的影响。实验 1、2 是基于自然场景分类，由于飞行场景感知距离变换的自然场景较难获取，因此本实验将通过添加正向和负向

极值边的球化技术来改变飞行场景感知距离，场景的球化性质干扰了远近距离感知，正球化拉近了场景距离，负球化使感知场景更远。

此外，与实验 1、2 不同，本实验采用边界变换不对称分数来评价边界变换水平(Gandolfo et al., 2023)。目标图片和探测图片不是相同的，而是在广角或近角条件下呈现。将目标图片为近角、探测图片为广角(close-up to wide-angle, CW)的试次准确率减去目标图片为广角、探测图片为近角的 WC 试次准确率，即可得到边界变换不对称分数。如果目标图片没有发生边界变换，那么被试在 CW 试次和 WC 试次的判断准确率应该是相同的。如果目标图片发生边界扩展，那么被试在 CW 试次的判断准确率要低于 WC 试次的判断准确率；边界压缩则反之。即，CW 减去 WC 试次准确率的差值为负表明发生了边界扩展，差值为正表明发生了边界压缩。

5.2 方法

5.2.1 被试

采用 G*power 3.1.9.7 计算被试量，并参照 Hale 等人(2015)正向极值边对边界扩展影响的效应量($f = 0.35$)，在单水平三因素条件下，需要 30 名被试可以达到 0.95 的统计检验力(双尾，$\alpha = 0.05$)。本实验招募了 36 名被试(女性 32 名)，年龄在 18～25 岁之间，平均年龄 $M =$ 20.3，$SD = 2.18$，未参加本研究预实验与其他实验。

5.2.2 实验设备与实验材料

实验设备同实验 1，材料同样来自本研究图片集。图片材料包括飞行事故场景和非事故场景图片各 72 张共 144 张图片，此为本实验基本图片。由于广角和近角的概念是相对的，因此本实验将仅对 144 张照片做近角处理，后续将其与基本照片组合为 CW 条件和 WC 条件。近角图片的处理是将图片尺寸随机放大 17%到 24%(以 1%为间隔单位)，然后将图片调整为 750×500 像素而获得。

图片的球化处理

分别在 144 张基本图片和 144 张近角图片中，随机抽取事故场景和非事故场景各 48 张图片，参照 Hale 等人的研究，本实验采用 Adobe photoshop24 的球面化处理功能将 24 张图片添加正向极值边：先设置水平方向为 100%，随后垂直方向为 100%；对另外的 24 张图片添加负向极值边：先设置水平方向为−100%，随后垂直方向为−100%。图 7 展示了对同一张图片进行正向和负向球化处理的效果示例图。由此获得了基本图片和近角图片的正向球化、负向球化、无球化处理的三组图片各 48 张，共 288 张图片。

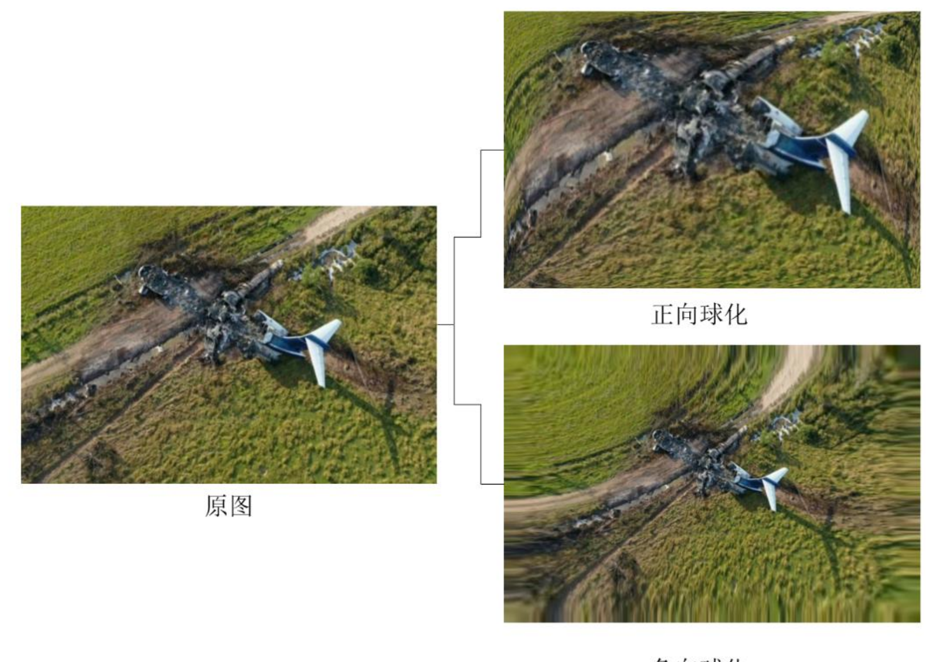


图 7　正向球化(感知距离更近)和负向球化(感知距离更远)处理的示例图

5.2.3　实验程序与实验设计

单一试次和实验 1 不同的是，探测刺激和目标刺激是不同的图片，且是同一张场景的基本图片和近角图片组合，分两种条件：目标为近角图片、探测图片为基本图片(CW 条件)，目标图片为基本图片、探测图片为近角图片(WC 条件)；有 6 种试次，即在无球化、正向球化、负向球化三种图片中分别进行 CW 和 WC 试次。从感知距离看，无球化条件是基本图片和近角图片直接感知距离的前后变化的判断，正向球化使基本图片和近角图片的感知距离变得更近，负向球化则相反。同样，被试需要判断探测图片与目标图片相比更远(缩小了)还是更近(放大了)，按键“V”或“M”进行反馈，按键在被试间得以平衡。

练习 6 个试次，练习中的图片不会在正式实验中出现，被试可重复练习直到了解实验目的。正式实验 6 个 block，即两类场景的三种处理条件，每个 block 有 24 个试次，所有 block 中同一场景图片不会出现超过一次，呈现顺序采用拉丁方平衡。此外，每个 block 中有一半试次为 WC 条件，另一半试次为 CW 条件，试次顺序随机。被试每完成一个 block 休息 1 分钟。正式实验共 144 个试次。

实验为 3(球化处理感知距离: 无球化正常距离、正向球化距离更近、负向球化距离更远) × 2(飞行场景: 普通、事故)被试内设计，反应变量为 CW 减去 WC 试次准确率的差值。

因探测刺激和目标刺激是不同的图片，不再统计信心评级。

5.3 结果与分析

CW 减 WC 试次正确率的值为负，表明被试对场景图片的记忆发生了边界扩展，且准确率差值越低表明边界扩展水平越高。排除了反应时低于 200ms 的 37 个试次(占总试次的 0.71%)，每种条件下反应正确率差值如图 8 所示，大部分条件下的场景表现出了边界扩展，仅负向球化距离更远的事故场景出现了边界压缩。

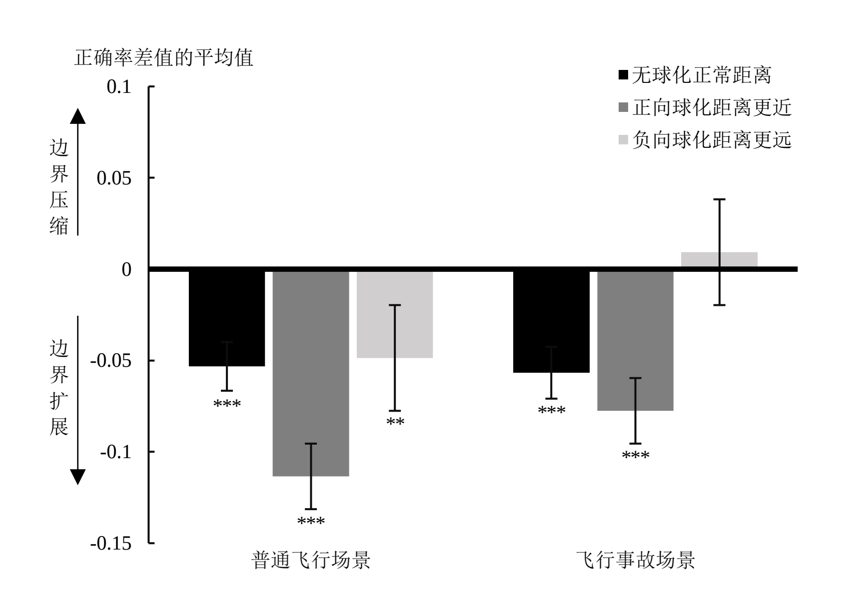


图 8　不同场景和球化处理感知距离条件下的边界扩展水平

重复测量方差分析显示，场景的主效应不显著，$F(1, 35) = 3.38$，$p = 0.074$，球化处理主效应显著，$F(2, 70) = 13.62$，$p < 0.001$，$\eta_p^2 = 0.28$。多重比较显示，正向球化场景($M = -0.09$，$SD = 0.094$)比负向球化场景($M = -0.02$，$SD = 0.063$)有更低的准确率差值，$t(35) = -5.12$，$p < 0.001$，Cohen's $d = 0.85$，无球化场景($M = -0.06$，$SD = 0.053$)也比负向球化场景有更低的准确率差值，$t(35) = -2.80$，$p = 0.008$，Cohen's $d = 0.47$，正向球化场景比无球化场景有更低的准确率差值，$t(35) = -2.53$，$p = 0.016$，Cohen's $d = 0.42$，可见，整体上场景的感知距离增加降低了边界扩展，感知距离更近增大了边界扩展。

场景与球化的交互效应显著，$F(2, 70) = 3.23$，$p = 0.046$，$\eta_p^2 = 0.09$。简单效应分析显示，普通场景条件下，正向球化场景比无球化场景有更低的准确率差值，$t(35) = -3.47$，$p = 0.001$，Cohen's $d = 0.58$，也比负向球化场景有更低的准确率差值，$t(35) = -4.38$，$p < 0.001$，Cohen's $d = 0.73$，而无球化场景与负向球化场景的差异不显著，$t(35) = 0.33$，$p = 0.747$。飞

行事故场景中，无球化场景比负向球化场景有更低的准确率差值，$t(35) = -2.94$，$p = 0.006$，Cohen's d = 0.49，正向球化场景同样比负向球化场景有更低的准确率差值, $t(35) = -4.26$，$p < 0.001$，Cohen's d = 0.71，而正向球化事故场景和无球化事故场景差异不显著，$t(35) = 0.91$，$p = 0.368$。

5.4 讨论

本实验中只有感知距离更远的事故场景没有出现边界扩展，其它条件下的场景记忆均出现了边界扩展。在普通场景中，正向球化场景其边界扩展高于无球化场景，而负球化对普通场景没有影响，说明了普通飞行场景具有较强的边界扩展效应。正向球化对事故场景的影响不显著，而负球化感知距离更远使事故场景记忆呈现边界压缩。

6 总讨论

6.1 飞行场景记忆边界变换特征

三十多年的研究历程已发现边界扩展是一种相对稳定的现象。Chadwick 等人(2013)用 fMRI 发现场景记忆预演与海马(hippocampal cortext, HC)和海马旁皮层(parahippocampal cortex, PHC)活动有关，并且海马是边界扩展的核心，对海马旁皮层施加了自上而下的影响。

由于视觉记忆的自适应机制在自然场景中是最强的(Gandolfo et al., 2023)，本研究采用生态效度较高的自然视觉场景，将场景记忆的边界变换推广到了一般飞行场景和飞行事故场景中，并展现了飞行空间场景的多样性，系统考察了飞行场景的分布模式、视角、感知距离对边界变换水平的影响。总体来看，本研究中大部分飞行场景都出现了边界扩展而不是边界压缩，仅负向球化的飞行事故场景没有出现边界扩展。通常，存在中央主客体的近景(拍摄距离较近、景深较浅)图片更可能出现边界扩展，不存在中央主客体的远景(拍摄距离较远、景深较深)图片更可能出现边界压缩(Bainbridge & Baker, 2020; Bertamini et al., 2005; Gandolfo et al., 2023; Hale et al., 2015; Hafri et al., 2022; Lin et al., 2022; McDunn et al., 2016; Park et al., 2024)，本研究发现了飞机作为主客体的场景记忆主要表现为边界扩展，且普通飞行场景记忆具有强边界扩展效应。可见，和日常场景的普通客体比，飞机的"巨大"视觉凸显性特性使其场景记忆在多数条件下的边界扩展都较高。

6.2 视觉显著性效应——场景分布、视角、感知距离对飞行场景记忆边界变换的影响

边界扩展是一种基于整体场景视图的记忆错误，但场景与场景中的客体会产生相互作用(Aldegheri et al., 2023; Peelen et al., 2024; Spaak et al., 2022;)，边界扩展也会受到场景中客

体属性的影响(Bertamini et al., 2005; Furtak et al., 2022; Gagnier et al., 2013)，表明边界扩展不仅是一种图像感知现象，也和整体场景主旨关联。实验 1 发现普通飞行场景中，客体分散分布比集中分布更易引发边界扩展。由于场景相关信息的选择和无关信息的抑制受到视觉注意的调节(Kastner & Pinsk, 2004)，分散分布的飞机主客体特征可能得以强化，导致场景记忆的边界扩展更大。相对而言，集中分布的普通飞行场景由于被试更多把注意放在飞机的阵列排布，动用了更多的注意资源(Hall & Geng, 2024)，致使其边界扩展更小。

实验 2 发现不同视角下的普通飞行场景记忆的边界变换存在显著差异。这可能是由于不同视角下飞机的形态发生了变化。俯视视角下可以看到较完整的飞机机翼形态和机身，看到的飞机表面积更大，而平视视角只能看到扁平状的机翼，这使俯视视角的飞机在视野中更具完型性，客体面积显得越大其边界扩展也越大(Bertamini et al., 2005)。其次，场景纹理梯度是场景在视网膜上投影大小和密度的层次变化，在平视视角中，近处场景的纹理密度较低而远处场景的纹理密度较高，这种纹理的渐变线索提供了场景深度信息，而俯视视角场景的深度感知由于近处参照物较少，纹理梯度变化较小，致使两种视角下边界扩展程度不一致。

实验 3 发现不同球化处理带来的感知距离改变对飞行场景边界扩展的影响也不同。整体看，拉近感知距离会显著增加边界扩展，感知距离增加会减少边界扩展。其中，正向球化减少感知距离使普通场景的边界扩展显著增加了，但负向球化没有影响普通场景，说明普通飞行场景记忆具有较强边界扩展效应。普通飞行场景视觉上的物理显著性使其具有较强边界扩展。

6.3 情绪显著性效应——飞行事故场景记忆的有限边界扩展及其理论启示

预实验证实事故场景会使人们产生消极的情绪，唤醒水平升高。实验 1 中的客体分布特征与实验 2 中的场景视角并没有对事故场景边界扩展造成影响，实验 3 发现正向球化对事故场景没有影响，但负向球化感知距离增加会显著减少事故场景的边界扩展，这些可能正是事故场景的情绪显著性的影响结果，使个体分配了更多的注意资源。实验 1 由于分散分布的飞行事故场景伴随着更严重的飞机破损、较高负面效价和唤醒水平导致分散的事故场景并没有分散注意力，而将注意集中于事故本身使边界扩展水平削弱；实验 2 事故场景的焦点注意缓冲了俯视视角透视压缩、深度信息不明带来的影响；实验 3 负向球化条件下事故场景的事件特征在较远距离上更需要聚焦注意，一方面这是事故本身的事件性决定的，场景意义比物理显著性更能反映个体的场景注意模式(Henderson & Hayes, 2017)，另一方面，负向球化的处理技术使边缘纹理逐渐稀疏，边缘可利用信息意义降低，因此更聚焦中心事故导致其边界变换倾向于边界压缩。场景材料的分类控制和实验操纵控制均证实飞行事故场景记忆表现

出有限边界扩展的特性。

研究结果进一步充实了相关理论。从归一化理论来看，本研究提示图像图式的建立与归一化与图像特征关联，归一程度是依据场景复杂性界定的。从知觉图式的预演来看，飞机有着巨大客体表征，这种视觉上的物理显著性特征会有较强预演，但事件场景的情绪显著性会削弱这种扩展，使知觉预演也成为一种"有限预演"。就场景的多源模型分析来看，当个体注视图片时，会快速识别场景主旨，并通过完型将场景的表面和纹理延续到视图边缘之外。当刺激消失时，观察者很难区分预演信息和感知到的视觉信息，就会产生源监测错误，从而产生边界扩展。普通飞行场景视觉显著性突出需要更大扩展以建立基于视觉的完型，而飞行事故场景由于其本身复杂的情绪显著性使边界扩展具有有限性。

总的来说，本研究综合考察了飞行场景的视觉条件特征与情绪事件特征对场景记忆边界变换的影响，有助于了解自然场景的感知与记忆特点，对飞行事故分析也有一定的辅助意义。

7 结论

(1)飞行场景较易表现出边界扩展。

(2)分散分布的普通飞行场景其边界扩展高于集中分布条件，俯视视角的普通飞行场景其边界扩展高于平视视角条件，场景客体分布特征和视角不影响飞行事故场景边界扩展。

(3)减少感知距离可显著增加普通飞行场景的边界扩展，增加感知距离可显著减少飞行事故场景的边界扩展，使其表现出边界压缩。

上述结果说明以飞机作为主客体的场景记忆由于其视觉显著性特征使其具有较强边界扩展效应，事故场景由于其情绪显著性信息易引发焦点注意模式从而使其边界扩展具有有限性，结果说明了场景记忆的归一化特征和多源解释可依据场景主旨复杂性界定。

参 考 文 献

Aldegheri, G., Gayet, S., & Peelen, M. V. (2023). Scene context automatically drives predictions of object transformations. *Cognition*, *238*, Article 105521. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2023.105521

Bainbridge, W. A., & Baker, C. I. (2020). Boundaries extend and contract in scene memory depending on image properties. *Current Biology*, *30*(3), 537−543.e3.

Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge university press, 63–90.

Beighley, S., Sacco, G. R., Bauer, L., Hayes, A. M., & Intraub, H. (2019). Remembering: Does the emotional content

of a photograph affect boundary extension? *Emotion*, *19*(4), 699–714.

Bertamini, M., Jones, L. A., Spooner, A., & Hecht, H. (2005). Boundary extension: The role of magnification, object size, context, and binocular information. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *31*(6), 1288–1307.

Candel, I., Merckelbach, H., Houben, K., & Vandyck, I. (2004). How children remember neutral and emotional pictures: Boundary extension in children's scene memories. *The American Journal of Psychology*, *117*(2), 249–257.

Chadwick, M. J., Mullally, S. L., & Maguire, E. A. (2013). The hippocampus extrapolates beyond the view in scenes: An fMRI study of boundary extension. *Cortex*, *49*(8), 2067–2079.

Daniels, K. K., & Intraub, H. (2006). The shape of a view: Are rectilinear views necessary to elicit boundary extension? *Visual Cognition*, *14*(2), 129–149.

Dickinson, C. A., & Intraub, H. (2009). Spatial asymmetries in viewing and remembering scenes: Consequences of an attentional bias? *Attention, Perception, & Psychophysics*, *71*(6), 1251–1262.

Furtak, M., Mudrik, L., & Bola, M. (2022). The forest, the trees, or both? Hierarchy and interactions between gist and object processing during perception of real-world scenes. *Cognition*, *221*, Article 104983. https://doi.org/10.1016/j.cognition.2021.104983

Gagnier, K. M., Dickinson, C. A., & Intraub, H. (2013). Fixating picture boundaries does not eliminate boundary extension: Implications for scene representation. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *66*(11), 2161–2186.

Gagnier, K. M., Intraub, H., Oliva, A., & Wolfe, J. M. (2011). Why does vantage point affect boundary extension? *Visual Cognition*, *19*(2), 234–257.

Gandolfo, M., Nägele, H., & Peelen, M. V. (2023). Predictive processing of scene layout depends on naturalistic depth of field. *Psychological Science*, *34*(3), 394–405.

Gaudouin, F., Ménétrier, E., & Didierjean, A. (2023). Does boundary extension need attention? *Experimental Psychology, 70*(6), 315–323.

Ghose, T., & Palmer, S. E. (2010). Extremal edges versus other principles of figure-ground organization. *Journal of Vision*, *10*(8), Article 3. https://doi.org/10.1167/10.8.3

Ghose, T., & Peterson, M. A. (2021). Task set and instructions influence the weight of figural priors: A psychophysical study with extremal edges and familiar configuration. *Attention, Perception, & Psychophysics*, *83*(6), 2709–2727.

Green, D. M., Wilcock, J. A., & Takarangi, M. K. T. (2019). The role of arousal in boundary judgement errors. *Memory & Cognition,47*(5), 968–982.

Hafri, A., Wadhwa, S., & Bonner, M. F. (2022). Perceived distance alters memory for scene boundaries. *Psychological Science*, *33*(12), 2040–2058.

Hale, R. G., Brown, J. M., McDunn, B. A., & Siddiqui, A. P. (2015). An influence of extremal edges on boundary extension. *Psychonomic Bulletin & Review*, *22*(4), 961–966.

Hall, E. H., & Geng, J. J. (2024). Object-based attention during scene perception elicits boundary contraction in memory. *Memory & Cognition*. https://doi.org/10.3758/s13421-024-01540-9

Henderson, J. M., & Hayes, T. R. (2017). Meaning-based guidance of attention in scenes as revealed by meaning maps. *Nature Human Behaviour*, *1*(10), 743–747.

Hubbard, T. L., Hutchison, J. L., & Courtney, J. R. (2010). Boundary extension: Findings and theories. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *63*(8), 1467–1494.

Intraub, H. (2002). Anticipatory spatial representation of natural scenes: Momentum without movement? *Visual Cognition*, *9*(1–2), 93–119.

Intraub, H. (2012). Rethinking visual scene perception. *WIREs Cognitive Science*, *3*(1), 117–127.

Intraub, H., Bender, R. S., & Mangels, J. A. (1992). Looking at pictures but remembering scenes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *18*(1), 180–191.

Intraub, H., Daniels, K. K., Horowitz, T. S., & Wolfe, J. M. (2008). Looking at scenes while searching for numbers: Dividing attention multiplies space. *Perception & Psychophysics*, *70*(7), 1337–1349.

Intraub, H., Hoffman, J. E., Wetherhold, C. J., & Stoehs, S. A. (2006). More than meets the eye: The effect of planned fixations on scene representation. *Perception & Psychophysics*, *68*(5), 759–769.

Intraub, H., & Richardson, M. (1989). Wide-angle memories of close-up scenes. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, *15*(2), 179–187.

Kastner, S., & Pinsk, M. A. (2004). Visual attention as a multilevel selection process. *Cognitive, Affective, & Behavioral Neuroscience*, *4*(4), 483–500.

Kümmerer, M., & Bethge, M. (2023). Predicting visual fixations. *Annual Review of Vision Science*, *9*(1), 269–291.

Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (2005). *International Affective Picture System (IAPS)* [Database record]. APA PsycTests. https://doi.org/10.1037/t66667-000

Lin, F., Hafri, A., & Bonner, M. F. (2022). Scene memories are biased toward high-probability views. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, *48*(10), 1116–1129.

McDunn, B. A., Siddiqui, A. P., & Brown, J. M. (2014). Seeking the boundary of boundary extension. *Psychonomic Bulletin & Review*, *21*(2), 370–375.

McDunn, B. A., Brown, J. M., Hale, R. G., & Siddiqui, A. P. (2016). Disentangling boundary extension and normalization of view memory for scenes. *Visual Cognition, 24*(5-6), 356-368.

Ménétrier, E., Didierjean, A., & Vieillard, S. (2013). Is boundary extension emotionally selective? *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *66*(4), 635–641.

Mullally, S. L., Intraub, H., & Maguire, E. A. (2012). Attenuated boundary extension produces a paradoxical memory advantage in amnesic patients. *Current Biology*, *22*(4), 261–268.

Munger, M. P., & Multhaup, K. S. (2016). No imagination effect on boundary extension. *Memory & Cognition*, *44*(1), 73–88.

Oliva, A., & Torralba, A. (2006). Chapter 2 Building the gist of a scene: The role of global image features in recognition. *Progress in Brain Research,155*, 23–36.

Park, J., Josephs, E., & Konkle, T. (2024). Systematic transition from boundary extension to contraction along an object-to-scene continuum. *Journal of Vision*, *24*(1), Article 9. https://doi.org/10.1167/jov.24.1.9

Patel, S. D., Esteves, C. V., So, M., Dalgleish, T., & Hitchcock, C. (2023). More than meets the eye: Emotional stimuli enhance boundary extension effects for both depressed and never-depressed individuals. *Cognition and Emotion*, *37*(1), 128–136.

Peelen, M. V., Berlot, E., & de Lange, F. P. (2024). Predictive processing of scenes and objects. *Nature Reviews Psychology, 3,*13–26.

Safer, M. A., Christianson, S.-Å., Autry, M. W., & Österlund, K. (1998). Tunnel memory for traumatic events. *Applied Cognitive Psychology*, *12*(2), 99–117.

Spaak, E., Peelen, M. V., & De Lange, F. P. (2022). Scene context impairs perception of semantically congruent objects. *Psychological Science*, *33*(2), 299–313.

Takarangi, M. K. T., Oulton, J. M., Green, D. M., & Strange, D. (2016). Boundary restriction for negative emotional images is an example of memory amplification. *Clinical Psychological Science*, *4*(1), 82–95.

van Den Bos, L. M. E. C., Benjamins, J. S., & Postma, A. (2020). Episodic and semantic memory processes in the boundary extension effect: An investigation using the remember/know paradigm. *Acta Psychologica*, *211*, Article 103190. https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2020.103190

Finite Boundary Extension of Event Scene Memory: An Example of a Flight Scene

YAN Bihua; YANG Jingyi; LU Kailang

(*School of Psychology, Shaanxi Normal University, Xi´an* 710062, *China*)

Abstract

Visual scene perception and memory are important process for human adaptation to the environment, but the memory of the scene may produce errors. The memory errors at the scene boundaries are called boundary transformation, which is represented by boundary extension and boundary contraction. Boundary extension refers to the memory of a visual scene containing information beyond the actual boundary. Previous studies have focused on daily life scenes. Therefore, in this study, we focus on flight scenes, which have more complex factors than daily life scenes, such as huge objects, changes in three-dimensional spatial perspective, unnatural depth of field, and scene tilt. These complex factors may lead to perceptual distortions of the flight scene. There are differences in scene gist between non-accident scenes based on salient physical feature distribution and accident scenes based on negative events; these differences make them have different emotional valence and arousal. This study explores the boundary transformation properties of the two types of flight scene memories.

The boundary transformation of non-accident and accident flight scenes was compared using the paradigm of rapid serial visual presentation, and the effects of scene object distribution, scene viewpoint, and scene perceptual distance on the level of boundary transformation were also examined. In Experiment 1, we investigated the effects of the centralized and decentralized distribution of aircraft objects on the level of boundary transformation of different types of flight scenes. In Experiment 2, we tested the boundary transformation characteristics of the two types of flight scene memories from both the horizontal and overlooking viewpoints. In Experiment 3, we examined the boundary transformation characteristics of the two types of flight scene memories by adding positive and negative extremal edges to change the perceived distance of the scenes. The data were collected using rapid serial visual presentation and judgmental confidence ratings.

The findings are as follows. (1) The flight scene memories are more likely to present boundary extension. (2) The boundary extension level of the non-accident flight scenes with decentralized

distribution was higher than that of the centralized distribution condition, and the boundary extension level of the non-accident flight scenes with an overlooking viewpoint was higher than that of a horizontal viewpoint. The confidence rating task in Experiment 1 also showed that the decentralized non-accident scenes obtained the highest ratings. (3) The aircraft distribution characteristics and viewpoints did not affect the boundary extension level of the flight accident scenes. (4) Reducing the perceived distance by adding positive extremal edges significantly increased the boundary extension of the non-accident flight scenes, and increasing the perceived distance by adding negative extremal edges significantly reduced the boundary extension of the flight accident scenes.

In conclusion, boundary extension is more likely to occur in scene memory with the airplane as the primary object, which is called the visual saliency effect. The accident scene will activate the emotional attention mode due to its salient emotional scene gist so that its boundary extension is limited. The results illustrated that the normalization characteristics of scene memory and the explanation in the theory of the multisource model of scene perception can be defined according to the complexity of the scene gist.

Keywords scene memory, boundary extension, boundary contraction, boundary transformation, flight accident scene